

INFORME TÉCNICO

Caso: Centro municipal de distrito sudoeste
“Emilia Bertolé”
Municipio: Rosario
Provincia: Santa Fe



La Plata, febrero 2023

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Arq. Jorge Daniel Czajkowski	Director. Profesor Titular FAU UNLP / Investigador CONICET
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez	Profesora Titular FAU UNLP / Investigadora CONICET
Ing. Belén Birche	ACD FI UNLP / Becaria Doctoral CIC / Maestranda y doctoranda FAU UNLP
Esp. Arq. Roberto N. Berardi	ACD FAU UNLP / Maestrando FAU UNLP
Esp. Arq. David Basualdo	ACD FAU UNLP / Maestrando y doctorando FAU UNLP
Sr. Julián Basualdo	Estudiante FAU UNLP
Sr. Matías Fernández	Estudiante Fac. Ing. UNLP
Dra. María de los Angeles Czajkowski	Secretaria técnica
Sr. Gerardo Aníbal Czajkowski	Técnico informático

El Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de la Plata. Es un centro asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Fue creado en 2009 a partir de un grupo de investigación de la Cátedra de Instalaciones Nro 1.

La totalidad del equipamiento e instrumental de monitoreo usado en las campañas de auditorías energéticas pertenecen al LAyHS y fueron adquiridos con fondos públicos mediante subsidios UNLP, ANPCyT, CONICET, CIC y trabajos a terceros.

INFORME EJECUTIVO

Proyecto EUROCLIMA «Edificios municipales energéticamente eficientes y sustentables»

Caso: Centro Municipal Distrito Sudoeste, Rosario, Santa Fe.

Descripción:

El edificio se encuentra localizado en Av. Francia 4435, entre calles Laguna del Desierto y Av. Acevedo de la Ciudad de Rosario en la provincia de Santa Fe (Latitud: -32.983; Longitud: -60.676). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603). Este Centro administrativo cumple una gran función social en el área periférica de la ciudad. Su implantación es próxima a la circunvalación en zona industrial y viviendas de sectores de bajos recursos con baja densidad. El complejo municipal conformado por área administrativa, centro cultural, centro de salud, área deportiva y gran playón cívico fue producto de un concurso internacional. Podría tener restricciones de tipo patrimonio que debiera indagarse y considerarse. Tiene una superficie habitable de 4477,89 m² y un volumen a climatizar de 19555,87 m³ con una altura media de locales de 4,70 m en sector administrativo y de 2,80 m en anexo salud. El sector del auditorio varía entre 3 y 7 m. No se considera la sala de máquinas del extremo norte. Es un edificio lineal en torno a un gran patio/plaza seca conformando un “tipo claustral” que ocupa una manzana urbana. El eje mayor orientado norte a sur. Posee una gran superficie vidriada del 23,5 % de la envolvente.



Figura 1: implantación del edificio con parte superior al norte. Fuente: Google maps.

El edificio de reciente construcción está materializado con muros de ladrillos huecos de 20 cm espesor revocados en ambas caras ($R = 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos son de losa de H²A° llena con contrapisos de pendiente de H²P² ($R = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$). El auditorio y el SUM (no se auditaron) poseen techo a dos aguas de chapa ondulada ($R = 0.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$). El edificio posee casi 1/3 de su superficie de circulación interna y espera del público con el 75% de la superficie hacia los patios de vidrio. Los diversos locales de atención dan hacia esta circulación y también tienen amplias superficies vidriadas a la calle. En ambos casos son vidrios de seguridad de una sola hoja sobre marcos de aluminio ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$). El consumo de energía eléctrica promedio de 2019/2020 declarado por el municipio fue de 268596 kWh/año dándonos un indicador de energía de 59,98 kWh/m².año. Valor muy por debajo del calculado con 861927,34 kWh/año y 192,49 kWh/m².año y muestra la subutilización del espacio disponible junto a un probable desfase en el rango térmico por zonas.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. Posee una gran planta térmica (frío/calor) en una sala de máquinas ubicada en la esquina noroeste del complejo municipal.

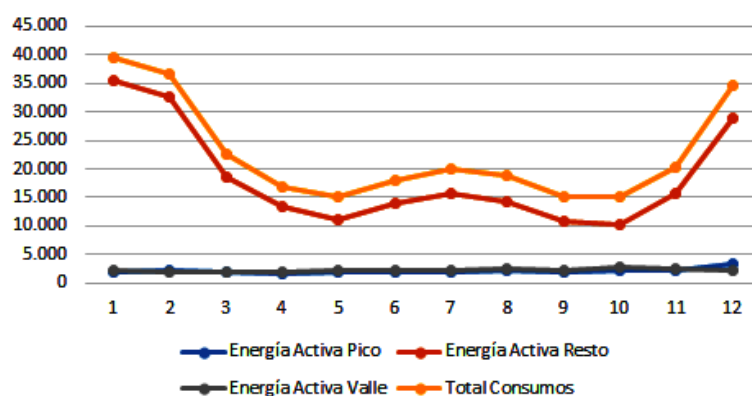


Figura 2: Variación mensual en 2019 de consumo de energía eléctrica. Fuente: Municipio

Diagnóstico:

El edificio es de construcción convencional en la región, de baja eficiencia energética, en especial en su envolvente. El personal manifiesta que es algo caliente en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno, a pesar de contar con sistema de climatización centralizado. Se realizó un diagnóstico energético separado en el bloque noroeste de salud y consultorios y en el gran bloque de administración y cultura. Se indican resultados por separado e integran recomendaciones de rehabilitación.

Bloque noroeste de salud y consultorios: El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el sector edilicio requiere 84037,08 kWh/año en calefacción y 98290,5 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 27813,68 kWh/año en calefacción y 23846,2 kWh/año en refrigeración. Implica una reducción en la demanda de 66,90 % en calefacción y 75,74 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 35,46 kWh/m².año y 149,1 kWh/m².año en refrigeración con un total de 184,56 kWh/m².año con rehabilitación. Difícil de reducir solamente con medidas pasivas de eficiencia energética. Solo queda apelar a medidas activas combinando energías renovables con sistema de climatización mucho más eficiente. En particular climatización geotérmica somera con bombas de calor, u otras opciones.

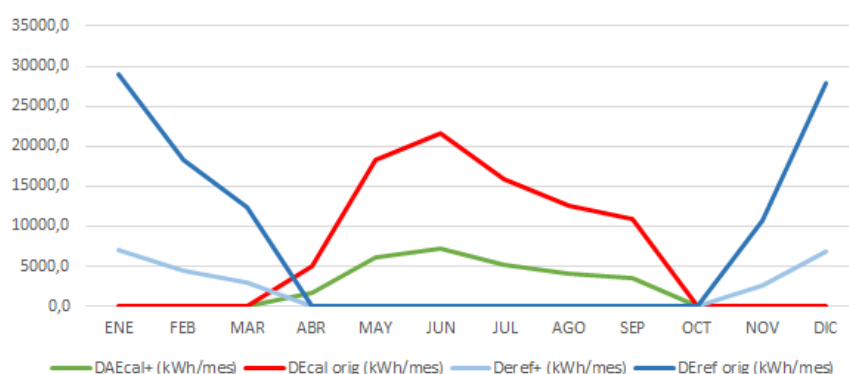


Figura 3: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras en bloque noroeste de salud y consultorios.

Bloque administrativo y cultural: El diagnóstico energético muestra que en la condición actual el sector edilicio requiere 292330,96 kWh/año en calefacción y 387268,8 kWh/año en refrigeración y con todas las medidas de rehabilitación podría reducirse a 125631,91 kWh/año y 117052,9 kWh/año respectivamente. Implica una reducción en la demanda de 57,02 % en calefacción y 69,77 % en refrigeración. Así tendríamos como indicador de comparación en calefacción 33,96 kWh/m².año y 151,2 kWh/m².año en refrigeración con un total de 185,16 kWh/m².año. Difícil de reducir solamente con medidas pasivas de eficiencia energética. Solo queda apelar a medidas activas combinando energías renovables con sistema de climatización mucho más eficiente. En particular climatización geotérmica somera con bombas de calor.

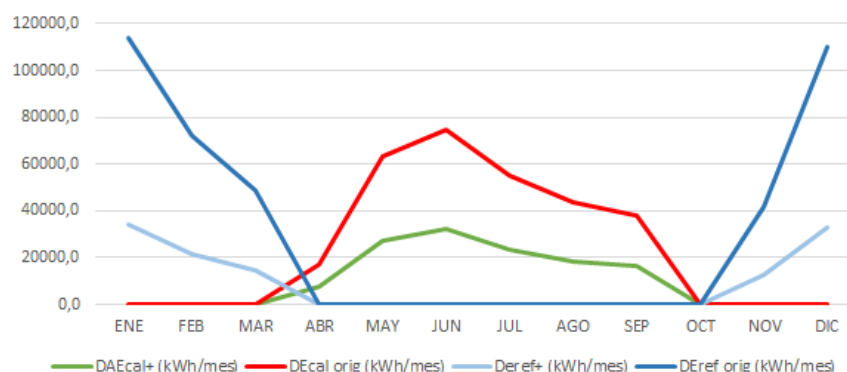


Figura 4: Comparación de demandas de energía en climatización mensual original y con mejoras en bloque administrativo y cultural.

Integración: La suma de ambos bloques edilicios muestra en la versión actual una demanda de energía en calefacción de 376.368,04 kWh/año y en refrigeración de 485.559,3 kWh/año dando un total de 861.927,34 kWh/año para mantener el termostato a 20°C. Implica un indicador energético de comparación de 192,48 kWh/m².año.

La versión luego de una rehabilitación energética demandará en calefacción de 153.445,59 kWh/año y en refrigeración de 140.899,1 kWh/año dando un total de 294.344,69 kWh/año para mantener el termostato a 20°C. Implica un indicador energético de comparación de 65,73 kWh/m².año. Siempre suponiendo la aplicación de todas las medidas de diseño pasivo (aislamiento envolvente + carpinterías eficientes + protección solar).

Recomendaciones rehabilitación:

La medida más importante es trabajar sobre los techos y vidriados, con estas medidas prioritarias:

- Realizar un techo invertido mediante placas de EPS extruido (tipo: Neotech Roof Placa Termodrenante) y terminación con arcilla expandida suelta o una capa continua de 30mm de PUR en spray con terminación de pintura refractante o arcilla expandida;
- instalar DVH con filtro solar del 50% en superficies vidriadas y EIFS/SATE en superficies opacas;
- controlar el intercambio térmico en superficies vidriadas con un sistema de parasoles adecuado a cada orientación que de hecho impactará en la imagen del edificio y requerirá diseño bioclimático de consenso. Las ventanas que dan al exterior con persiana exterior automática junto a arbolado urbano. Las que dan al interior con toldos automáticos y arbolado adecuado de hojas caducas. Preferentemente no especies exóticas.
- Varios sectores poseen superficies opacas con una especie de sistema de fachada ventilada materializada con baldosas de granito gris sobre fijaciones de acero en franco deterioro. Se recomienda su remoción y reemplazo por EIFS/SATE.
- El salón auditorio y en SUM puede mejorarse con un sistema de ventilación pasiva combinando ganancia geotérmica y salida del aire al interior de los ambientes próximo a los muros junto a chimeneas solares. Requiere un proyecto específico, pero no afecta a la imagen del conjunto.
- f.

En muros con EIFS/SATE de 4 o 5 cm de EPS de 30Kg/m³ en la cara opaca exterior. La medida quizá más costosa sea cambiar las carpinterías de ventanas por otras de PVC con DVH o con RPT, junto a persianas metálicas exteriores automatizadas y/o toldos.

Estas medidas permitirían reducir aproximadamente 1/3 de la carga térmica en climatización. Dado que a pesar de estas medidas el edificio seguirá siendo energo-intensivo se sugiere actualizar los equipos de climatización con bombas de calor geotérmicas de muy alta eficiencia energética. Otra posibilidad es mantener la planta térmica existente y cubrir gran parte de la superficie de techos con un generador fotovoltaico conectado a red urbana que alimente el sistema de climatización e iluminación. Esta instalación solar, además, protegería, arrojando sombras a la superficie de techos.

* Previamente verificar si existe algún tipo de restricción patrimonial.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

FICHA RESUMEN N° 1

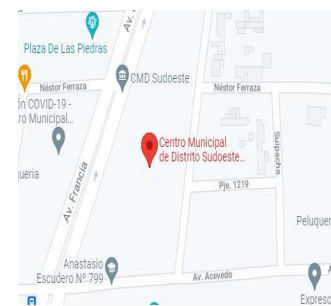
MUNICIPIO Rosario, Provincia de Santa Fé

EDIFICIO Centro municipal distrito sudoeste

DIRECCIÓN Av. Francia 4435

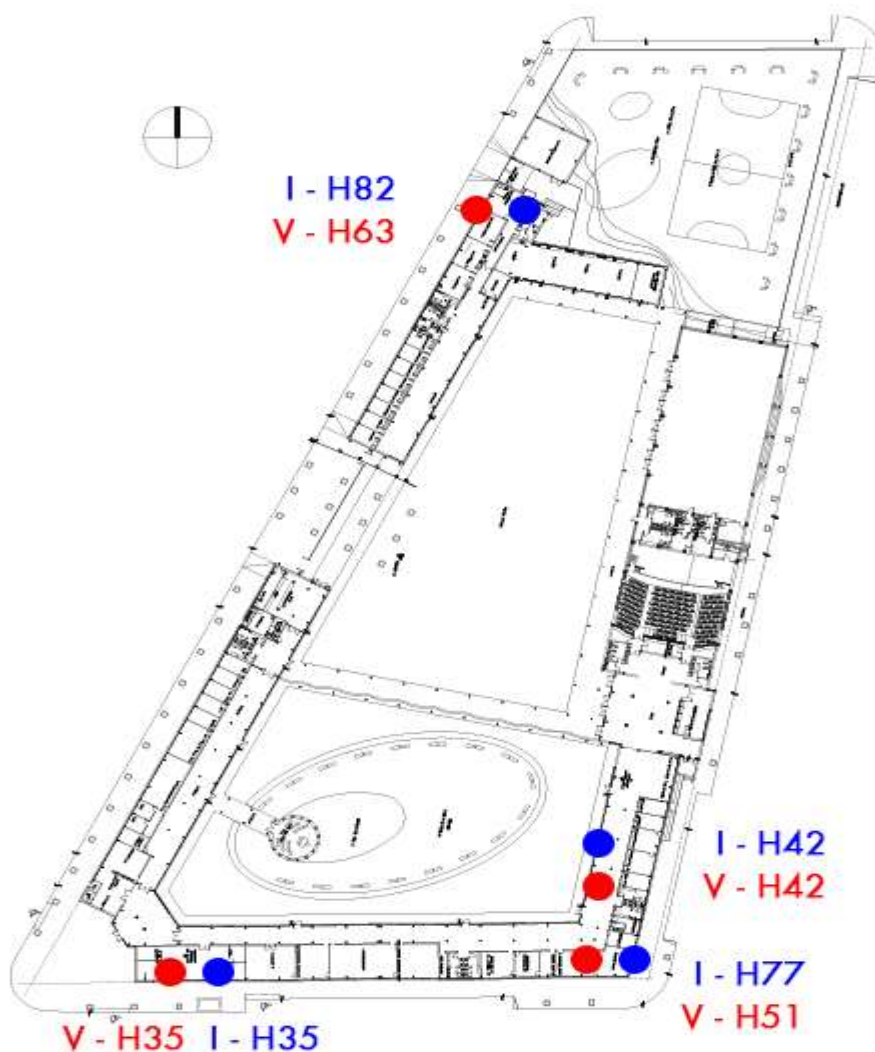
FECHA VISITA 1 28/09/2021 al 12/10/2021

FECHA VISITA 2 21/03/2022 al 28/03/2022

Implantación

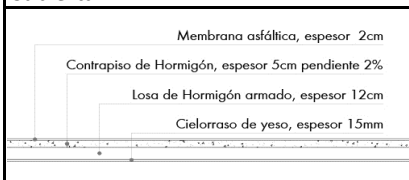
-32,93 latitud sur

-60,64 longitud oeste

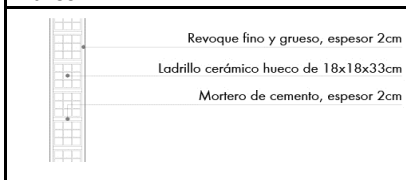
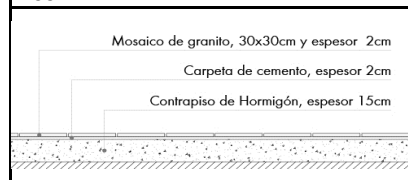
PLANO DEL EDIFICIO CON UBICACIÓN DE HOBOS

FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Rosario, Provincia de Santa Fé
EDIFICIO Centro municipal distrito sudoeste

RESEÑA CONSTRUCTIVA**Cubierta**

Losa de H°A°

MurosLadrillo hueco con revoques y
revestimiento de baldosas graníticas,**Piso**

Baldosas graníticas

Carpintería	Marcos de aluminio y vidrios de seguridad con burletes
Instalaciones térmicas	Planta térmica con calderas en sector salud. SUM y Auditorio con sus plantas térmicas.
Instalaciones lumínicas	Actualizando a LED

FOTOGRAFÍAS DEL EDIFICIO**ASPECTOS DIMENSIONALES**

Superficie habitable	4477,89 m ²
Volumen habitable	19555,87 m ³
Compacidad -Co-	0,28 -
Factor de forma -f-	0,67 -
Factor de exposición -fe-	1,00 -
Altura media de locales -h-	4,70 m

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Demanda energía calefacción anual/m2	84,05 kWh/m2año
Demanda energía refrigeración anual/m2	108,43 kWh/m2año
Coefficiente global de pérdidas Gcal	2,18 W/m3K
Coefficiente de pérdidas Scal	7,85 W/m2K

Pérdidas por envolvente	Techos	12528,54 W/k
	Muros	6820,13 W/k
	Aberturas	8036,76 W/k
	Pisos	1648,92 W/k
	Renov. Aire	13689,11 W/k

Necesidad de energía por balance	679600 kWh/año
Aporte de energía según mediciones	268596 kWh/año
Diferencia porcentual entre las dos últimas	60,48 %

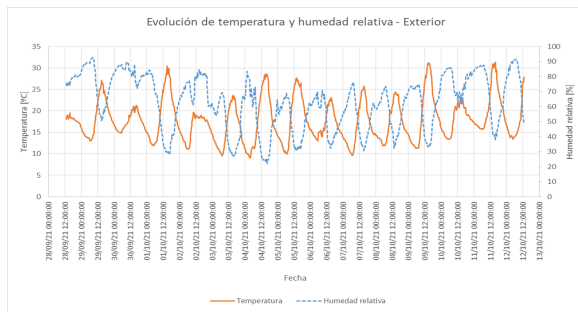
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Rosario, Provincia de Santa Fé
EDIFICIO Centro municipal distrito sudoeste

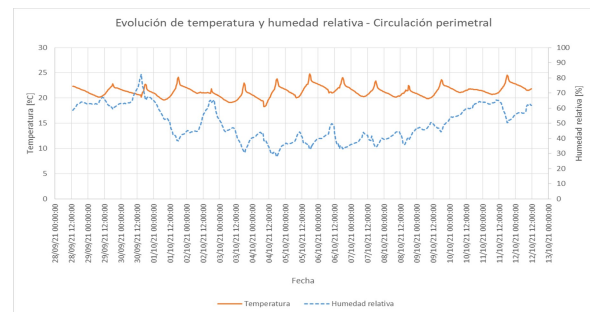
SITUACIÓN DE CONFORT EN INVIERNO

Hobo exterior: H32 - Hobo de Rosario Distrito Centro

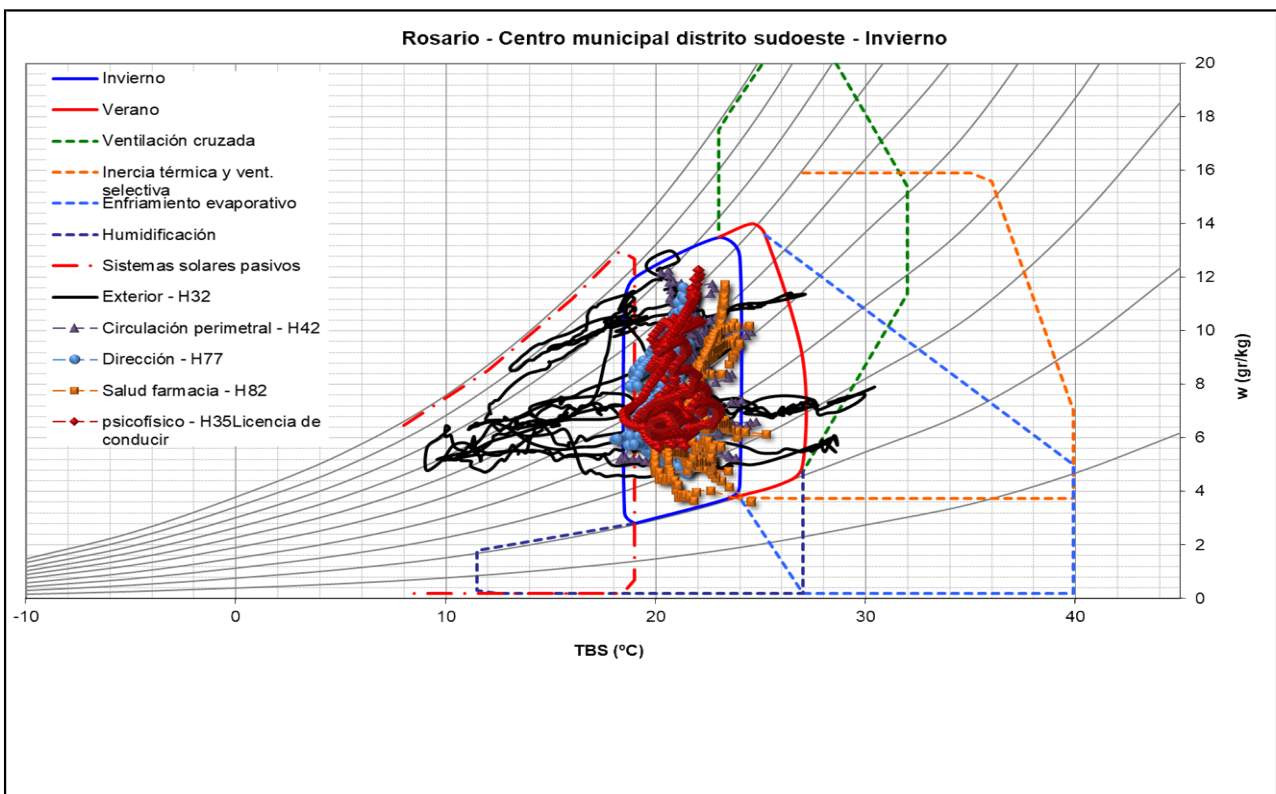
Hobo interior: H42



Lectura: 28/09/2021 13:00
12/10/2021 13:00
T [°C] Prom: 17,82
HR [%] Prom: 63,06



Lectura: 28/09/2021 13:00
12/10/2021 11:30
T [°C] Prom: 21,30
HR [%] Prom: 49,66

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN INVIERNO

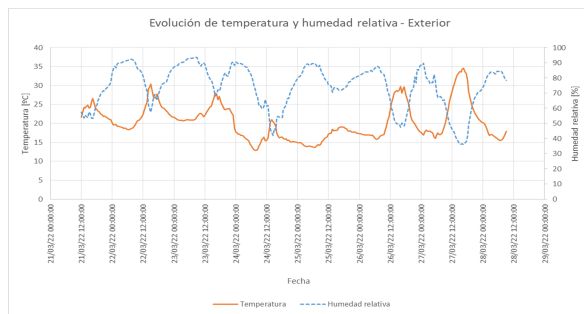
FICHA RESUMEN N° 1

MUNICIPIO Rosario, Provincia de Santa Fé
EDIFICIO Centro municipal distrito sudoeste

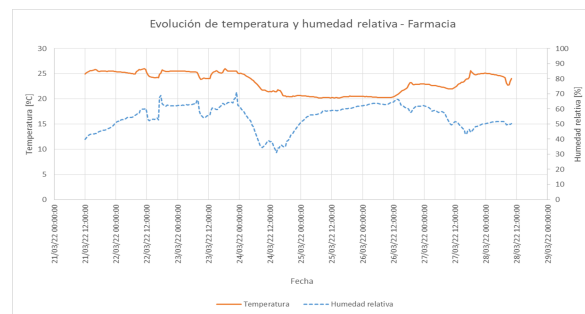
SITUACIÓN DE CONFORT EN VERANO

Hobo exterior: H32 - Hobo de Rosario Distrito Centro

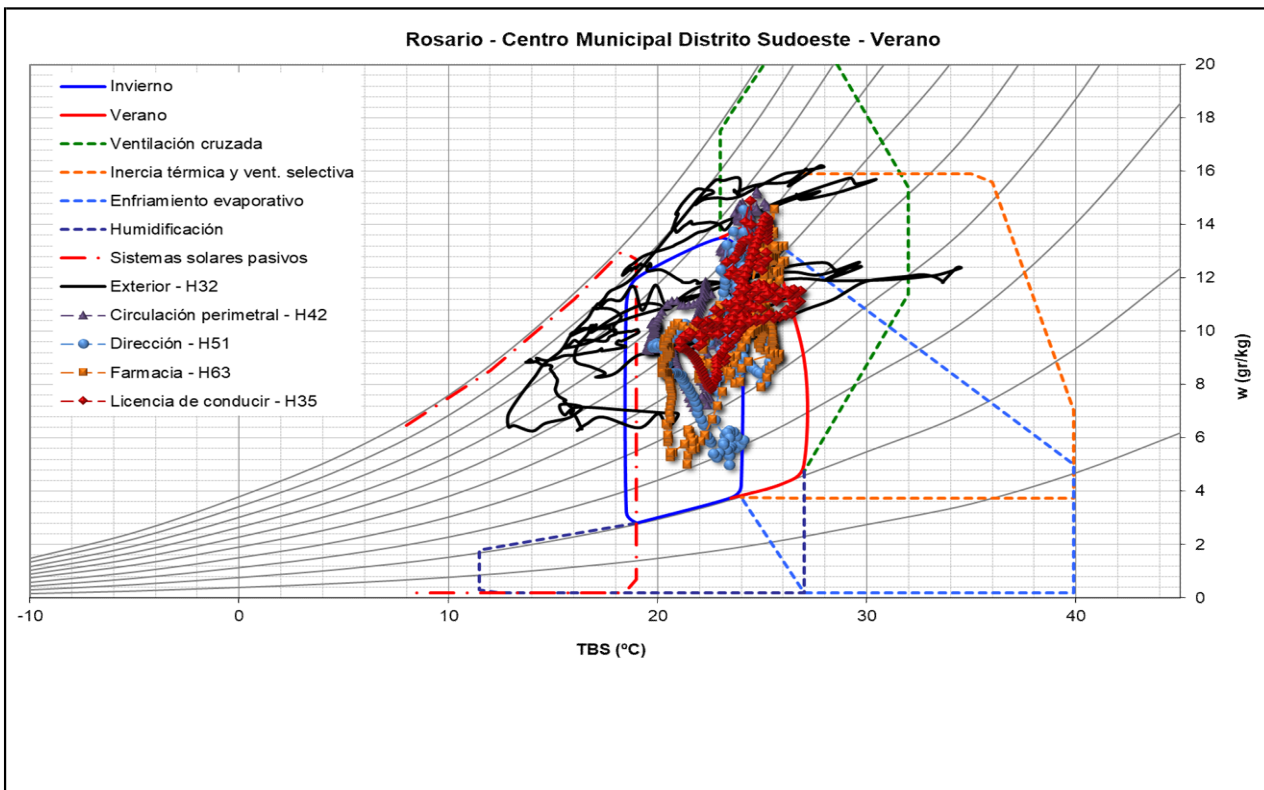
Hobo interior: H63



Lectura: 21/03/2022 12:00
28/03/2022 9:00
T [°C] Prom: 20,38
HR [%] Prom: 74,47



Lectura: 21/03/2022 12:00
28/03/2022 10:00
T [°C] Prom: 23,19
HR [%] Prom: 54,78

SITUACIÓN DE CONFORT HIIGROTÉRMICO EN VERANO

REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Municipal Distrito Sudoeste – Bloque Administrativo y Cultural
Localidad: Rosario, Santa Fe.

El edificio se encuentra localizado en Av. Francia 4435, entre calles Laguna del Desierto y Av. Acevedo de la Ciudad de Rosario en la provincia de Santa Fe (Latitud: -32.983; Longitud: -60.676). Posee clima cálido húmedo en Zona IIb (IRAM 11603). Este Centro administrativo cumple una gran función social en el área periférica de la ciudad. Su implantación es próxima a la circunvalación en zona industrial y viviendas de sectores de bajos recursos con baja densidad. El complejo municipal conformado por área administrativa, centro cultural, centro de salud, área deportiva y gran playón cívico fue producto de un concurso internacional. Podría tener restricciones de tipo patrimonio que debiera indagarse y considerarse. Tiene una superficie habitable de 4477,89 m² y un volumen a climatizar de 19555,87 m³ con una altura media de locales de 4,70 m en sector administrativo y de 2,80 m en anexo salud. El sector del auditorio varía entre 3 y 7 m. No se considera la sala de máquinas del extremo norte. Es un edificio lineal en torno a un gran patio/plaza seca conformando un “tipo claustal” que ocupa una manzana urbana. El eje mayor orientado norte a sur. Posee una gran superficie vidriada del 23,5 % de la envolvente.

El edificio de reciente construcción está materializado con muros de ladrillos huecos de 20 cm espesor revocados en ambas caras ($R = 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos son de losa de H^aA° llena con contrapisos de pendiente de H^aP^o ($R = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$). El auditorio y el SUM (no se auditaron) poseen techo a dos aguas de chapa ondulada ($R = 0.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$). El edificio posee casi 1/3 de su superficie de circulación interna y espera del público con el 75% de la superficie hacia los patios de vidrio. Los diversos locales de atención dan hacia esta circulación y también tienen amplias superficies vidriadas a la calle. En ambos casos son vidrios de seguridad de una sola hoja sobre marcos de aluminio ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. Posee una gran planta térmica (frío/calor) en una sala de máquinas ubicada en la esquina noroeste del complejo municipal.

Por ser dos bloques separados se decide analizarlos diferencialmente y luego integrar resultados y recomendaciones en el “Informe Ejecutivo”.

Aquí trataremos el Bloque Administrativo junto al Centro Cultural con forma de edificio en J de 3699,92 m² y 19555,87 m³ de superficie y volumen a climatizar. La zona administrativa tiene una altura media de locales de 4,69m mientras que el auditorio y el SUM varían entre 6 a 9 m. Cada uno de estos tiene una planta de climatización separada del resto del conjunto edilicio municipal.

1. INVIERNO - VERSIÓN ORIGINAL: Se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Los valores de humedad relativa media para la componente de calor latente se obtienen de www.arquinstal.com.ar/atlas.html.

		Radiación solar media mensual (W/m2) 90°								
Mes	TBS°C	O°	NORTE	ESTE	OESTE	SUR	NE	NO	SE	SO
Enero	28,4	335	106	203	181	95	170	154	162	147
Febrero	25,3	271	123	151	155	66	150	152	108	113
Marzo	23,6	208	146	112	131	51	135	152	72	82
Abril	18,3	169	176	97	116	40	141	161	52	58
Mayo	14	112	156	67	75	29	118	128	33	34
Junio	12,7	81	120	46	56	22	86	100	23	24
Julio	14,8	118	179	73	83	28	133	145	32	33
Agosto	15,9	169	209	101	116	37	162	179	48	51
Septiembre	16,3	195	162	107	133	45	137	165	63	73
Octubre	19,6	265	140	149	158	58	157	164	100	105
Noviembre	23,1	322	115	179	175	81	162	158	137	135
Diciembre	28,1	347	99	193	193	102	159	156	159	160
TOTAL anual	20,0	2592	1731	1478	1572	654	1710	1814	989	1015

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar, por orientación, de la Ciudad de Rosario (Santa Fe). Lat: -32.982, Long: -60.730

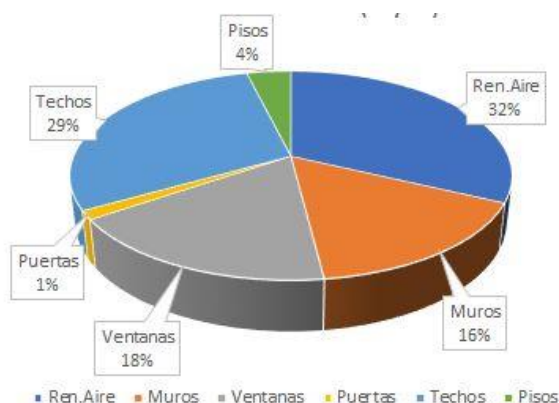


Figura 1: Pérdidas térmicas en calefacción, discriminadas. Situación original.

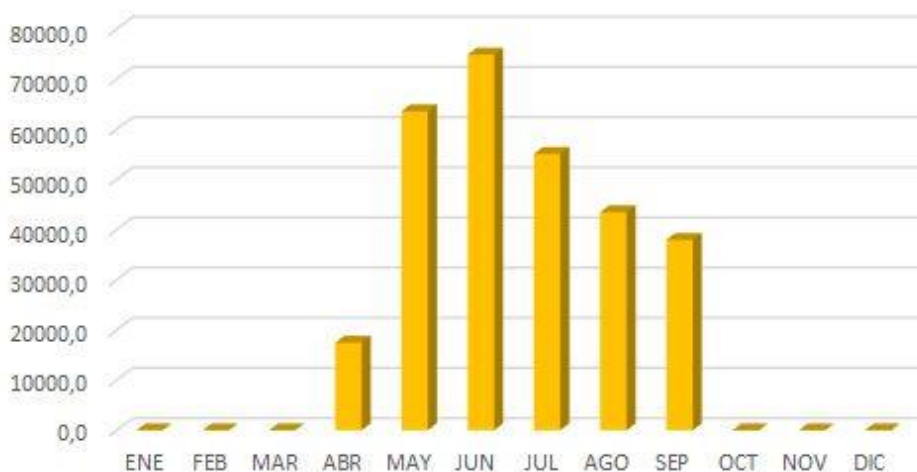


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C. Situación original

ASPECTOS DIMENSIONALES		
Superficie habitable	3699,92	m ²
Volumen habitable	19555,87	m ³
Indice Compacidad Co	0,28	adim
Factor de forma f	0,67	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	4,30	m
Superficie envolvente	13171,05	m ²
Superficie expuesta	225,68	m ²

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 2,18 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 7,85 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **292331.01 kWh/año** y 79.01 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

Demanda calefacción (kWh/año)	D _{Acal} (kWh/m ² .a)
292330,96	79,01

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir los techos (29%), muros (16%) y vidriados (19%), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros tipo EIFS/SATE (External Insulation Finish System) con 4 a 5 cm de EPS de 20 o 30kg/m³ y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10mm de 110g/m² hasta 2.0 m de altura. (Km= 0.58 a 0.48 W/m²K según opción adoptada).
- En techo de losa de H⁹A⁹ realizar un “techo invertido” usando placas de 0.7 x 0.7 m x 75mm de EPS extruido de 20 kg/m³ (tipo: Neotech Roof Placa Termodrenante), cubierto con un geotextil y 5 a 8 cm de arcilla expandida de granulometría media. (Kt₁= 0.31 a 0.28 W/m²K según opción adoptada).
- En techo de chapa ondulada en sector cultural incorporar 10cm de manta de lana de vidrio adicional con foil de aluminio. (Kt₂= 0.35 W/m²K).
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. (Kv= 3.50 a 2.88 W/m²K según opción adoptada).
- Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 57,02%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 0,94 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 2,74 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **125631.9 kWh/año** y 36.96 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

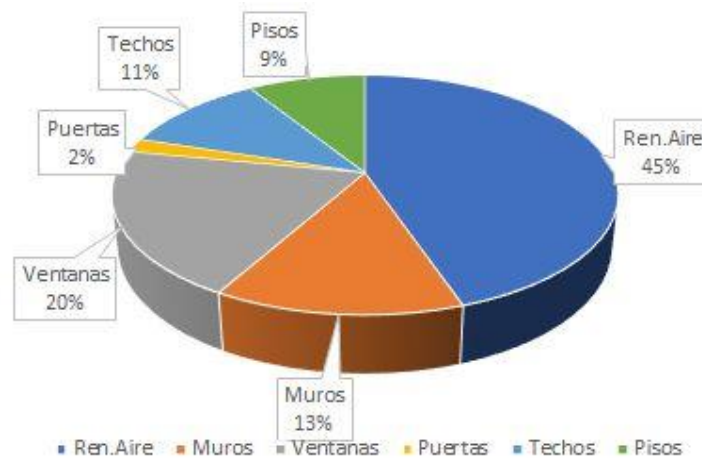


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

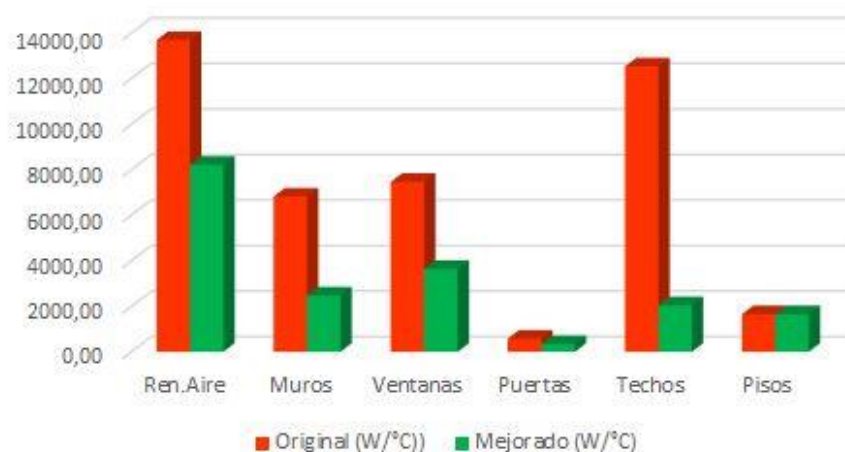


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

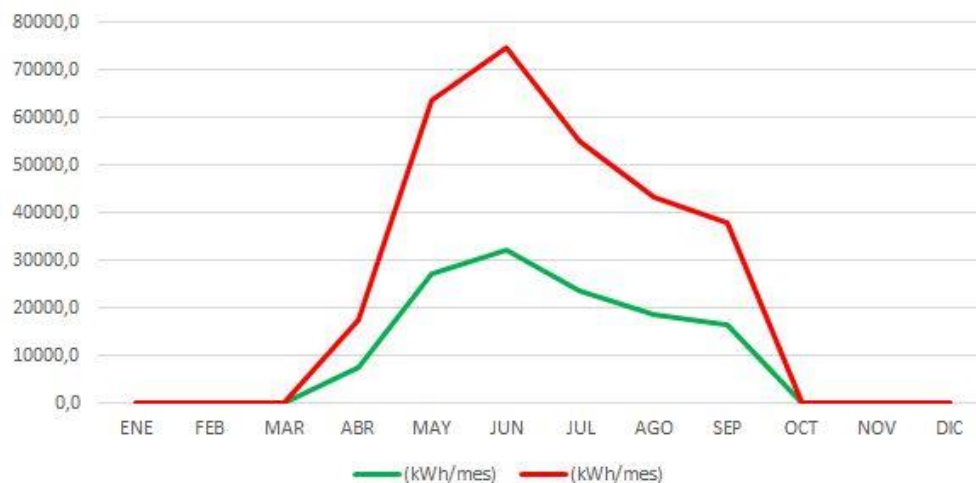


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

3. CONCLUSIÓN INVIERNO:

Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) ni el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20 C en el interior. La iluminación existente es

mayoritariamente LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 57% de implementarse todas las recomendaciones de rehabilitación energética pasivas. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

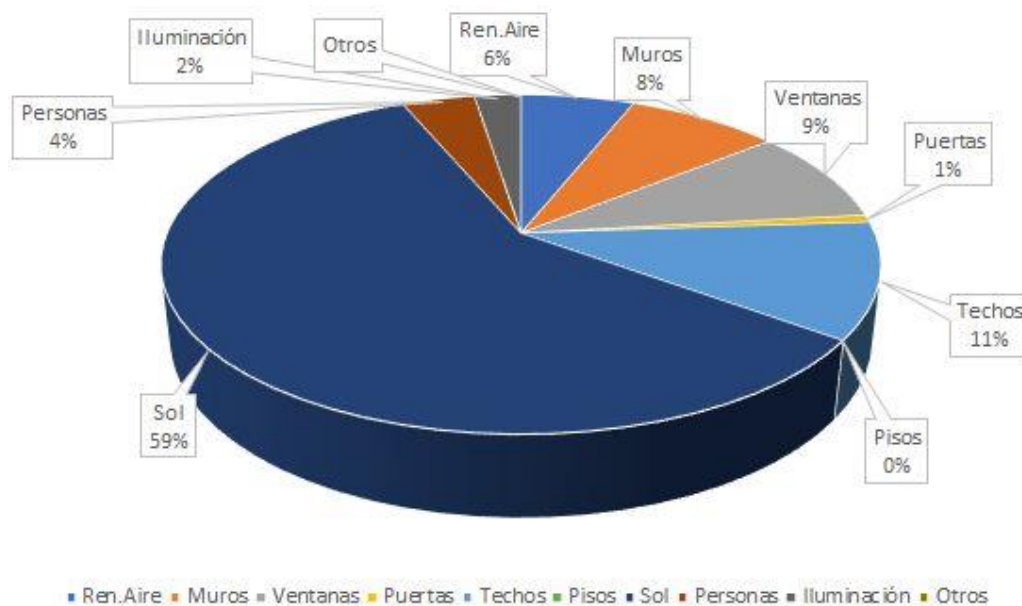


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original de verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento con el 59%, los techos con el 11%, los muros con un 8%, y las ventanas y puertas vidriadas, con un 10%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público de carga variable.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de $123,77 \text{ W/m}^3$ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **713407,46 kWh/año** y $192,8 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de refrigeración de 20°C . Desde ya con una temperatura de termostato de 23 a 25°C implicaría menor demanda de energía. Se usa el criterio internacional de indicador de comparación a 20°C .



Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.13, mediante el uso de DVH con FES= 0.5 combinado con persianas exteriores o toldos de lona de despliegue automático (Norma IRAM 11659-1).

La figura 8 muestra la importante reducción del aporte solar relativo (28%), con las mejoras propuestas lo mismo que en muros (8%), techos (7%) y ventanas - puertas (16%). No se consideraron las mejoras en pisos y puertas lo mismo que en renovaciones de aire dado el tipo de función edilicia y costos de intervención.

Así la propuesta mejorada implica una reducción del **69,77%** en la demanda de energía eléctrica en refrigeración sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.

En la figura 9 se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento.

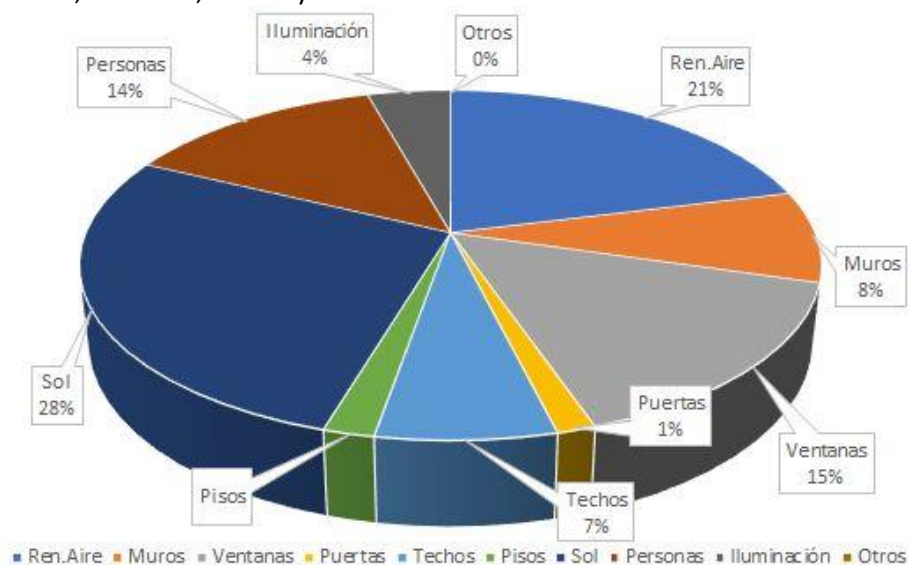


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 37,41 W/m³ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **559598,04 kWh/año** y 151,2 kWh/m²/año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C.

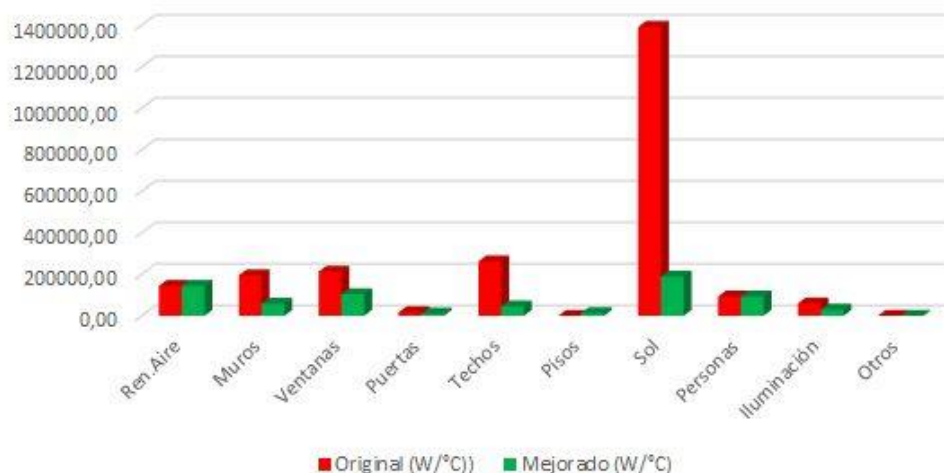


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 9 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado. Las reducciones más importantes se dan en asoleamiento, techos y muros, seguido de ventanas por conducción e iluminación.



Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

6. CONCLUSIÓN:

La figura 11 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser del 64,29% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 183,68 kWh/m²/año a 65,59 kWh/m²/año.

Por las condiciones de implantación de este bloque edilicio es posible implementar un sistema de refrescamiento nocturno mediante la combinación de conductos de aire enterrados en la zona deportiva y chimeneas solares practicadas a la cubierta. Principalmente en la zona cultural. En el sector administrativo sería factible un sistema de ventilación selectiva (B.Givoni) adaptado al régimen de brisas nocturnas principalmente de octubre a mayo con ingreso de aire desde zonas de acceso al norte y sur junto a chimeneas solares en techos. Permitiría extraer la carga térmica diurna y aprovechar la inercia térmica generada por el EIFS/SATE combinado con el "techo invertido". El dimensionamiento permitirá determinar si alcanza un sistema pasivo o debe ser parcialmente forzado. La demanda de energía en iluminación, motores y/o bombas puede ser satisfecha con un generador solar FV que además arrojará sombras en el techo.

Mes	0 DMEcal (Wh/mes)	DAEcal+ (kWh/mes)	DEcal orig (kWh/mes)	DMeref (Wh/mes)	Deref+ (kWh/mes)	Deref orig (kWh/mes)
ENE	0,0	0,0	0,0	34499808,0	34499,8	114142,4
FEB	0,0	0,0	0,0	21767736,0	21767,7	72018,4
MAR	0,0	0,0	0,0	14785632,0	14785,6	48918,2
ABR	7491204,8	7491,2	17431,2	0,0	0,0	0,0
MAY	27320864,5	27320,9	63572,5	0,0	0,0	0,0
JUN	32168114,7	32168,1	74851,5	0,0	0,0	0,0
JUL	23678082,6	23678,1	55096,2	0,0	0,0	0,0
AGO	18669257,4	18669,3	43441,2	0,0	0,0	0,0
SEP	16304386,9	16304,4	37938,4	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0	12732072,0	12732,1	42124,0
DIC	0,0	0,0	0,0	33267672,0	33267,7	110065,9
ANUAL	125631910,8	125631,9	292331,0	117052919,9	117052,9	387268,8
Reducción demanda EE		57,02 %			69,77 %	

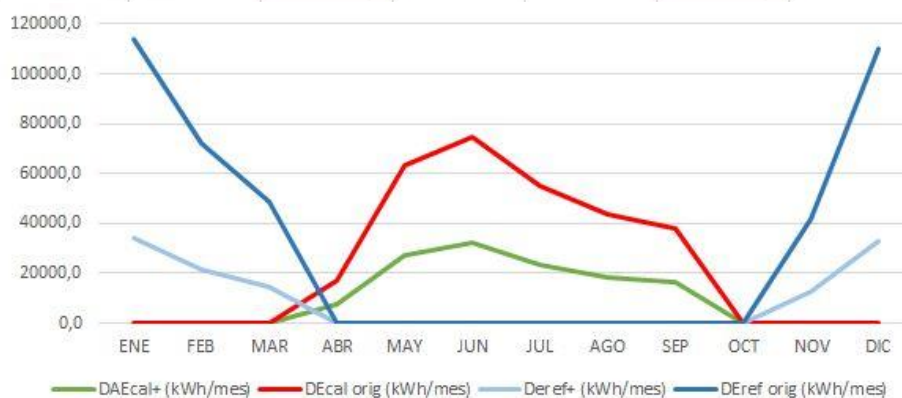


Figura 11: Comparación anual.

Nota: las superficies y volumen usados en el diagnóstico corresponden a lo determinado por la Norma IRAM 11604/01 apartado 3.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP

REPORTE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ORIGINAL Y MEJORADO

Caso: Centro Municipal Distrito Sudoeste – Bloque Salud

Localidad: Rosario, Santa Fe.

El sector edilicio de Salud y Talleres, es de reciente construcción. Está materializado con muros de ladrillos huecos de 20 cm espesor revocados en ambas caras ($R = 0.53 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los techos son de losa de $\text{H}^\circ\text{A}^\circ$ llena con contrapisos de pendiente de $\text{H}^\circ\text{P}^\circ$ ($R = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 3.82 \text{ W/m}^2\text{K}$). El auditorio y el SUM (no se auditaron) poseen techo a dos aguas de chapa ondulada ($R = 0.39 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 2.58 \text{ W/m}^2\text{K}$). El edificio posee casi 1/3 de su superficie de circulación interna y espera del público con el 75% de la superficie hacia los patios de vidrio. Los diversos locales de atención dan hacia esta circulación y también tienen amplias superficies vidriadas a la calle. En ambos casos son vidrios de seguridad de una sola hoja sobre marcos de aluminio ($R = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 5.86 \text{ W/m}^2\text{K}$). Los solados son de baldosas calcáreas sobre contrapiso de hormigón pobre ($R = 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $K = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo LED. Posee una gran planta térmica (frío/calor) en una sala de máquinas ubicada en la esquina noroeste del complejo municipal.

Por ser dos bloques separados se decide analizarlos diferencialmente y luego integrar resultados y recomendaciones en el “Informe Ejecutivo”.

El Centro de Salud y ala de talleres tiene forma de edificio en T. Este bloque con eje principal de norte a sur tiene una superficie a climatizar de $784,32 \text{ m}^2$ y un volumen de $2196,1 \text{ m}^3$.

1. INVIERNO - VERSIÓN ORIGINAL: Se realiza un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad. Los datos fueron tomados de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias ($^\circ\text{C}$) y radiación solar media (W/m^2). Los valores de humedad relativa media para la componente de calor latente se obtienen de www.arquinstal.com.ar/atlas.html.

			Radiación solar media mensual (W/m^2)							
			90°							
Mes	TBS $^\circ\text{C}$	O $^\circ$	NORTE	ESTE	OESTE	SUR	NE	NO	SE	SO
Enero	28,4	335	106	203	181	95	170	154	162	147
Febrero	25,3	271	123	151	155	66	150	152	108	113
Marzo	23,6	208	146	112	131	51	135	152	72	82
Abril	18,3	169	176	97	116	40	141	161	52	58
Mayo	14	112	156	67	75	29	118	128	33	34
Junio	12,7	81	120	46	56	22	86	100	23	24
Julio	14,8	118	179	73	83	28	133	145	32	33
Agosto	15,9	169	209	101	116	37	162	179	48	51
Septiembre	16,3	195	162	107	133	45	137	165	63	73
Octubre	19,6	265	140	149	158	58	157	164	100	105
Noviembre	23,1	322	115	179	175	81	162	158	137	135
Diciembre	28,1	347	99	193	193	102	159	156	159	160
TOTAL anual	20,0	2592	1731	1478	1572	654	1710	1814	989	1015

Tabla 1: Datos mensuales de temperaturas medias y radiación solar, por orientación, de la Ciudad de Rosario (Santa Fe). Lat: -32.982, Long: -60.730



Figura 1: Pérdidas térmicas en calefacción, discriminadas. Situación original.

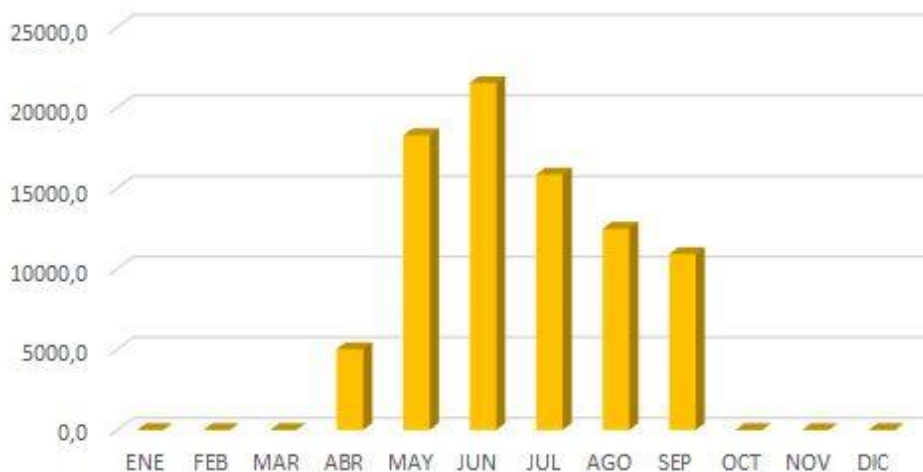


Figura 2: Demanda de energía en calefacción en kWh/mes calculado para TBcal= 20°C. Situación original

ASPECTOS DIMENSIONALES		
Superficie habitable	784,32	m2
Volumen habitable	2196,10	m3
Indice Compacidad Co	0,15	adim
Factor de forma f	2,43	adim
Factor de exposición Fe	1,00	adim
Altura media de locales	4,30	m
Superficie envolvente	5340,38	m2
Superficie expuesta	225,68	m2

Tabla 2: Resumen de aspectos dimensionales del edificio

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 5,59 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 14.48 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **84037.08 kWh/año** y 107.15 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

Demanda calefacción (kWh/año)	D _{Acal} (kWh/m ² .a)
84037,08	107,15

A fin de definir estrategias de rehabilitación se analizan las pérdidas y se encuentra que es factible intervenir

los techos (57%), muros (18%) y vidriados (15%), según Figura 1, a fin de lograr mejoras en la demanda de energía.

2. INVIERNO - PROPUESTA MEJORADA:

- Aislamiento en muros tipo EIFS/SATE (External Insulation Finish System) con 4 a 5 cm de EPS de 20 o 30kg/m³ y base coat reforzado con doble malla Fibra Vidrio 10x10mm de 110g/m² hasta 2.0 m de altura. (Km= 0.58 a 0.48 W/m²K según opción adoptada).
- En techo de losa de H⁹A⁹ realizar un "techo invertido" usando placas de 0.7 x 0.7 m x 75mm de EPS extruido de 20 kg/m³ (tipo: Neotech Roof Placa Termodrenante), cubierto con un geotextil y 5 a 8 cm de arcilla expandida de granulometría media. (Km= 0.31 a 0.28 W/m²K según opción adoptada).
- La intervención más costosa es en vidriados, sea en aislamiento, como en protección solar. Una variante costosa es el cambio de todas las aberturas o al menos hojas móviles que permitan usar DVH y algo menos costoso, agregar un nuevo vidrio pegado con sellador y un perfil S de aluminio. En los vidriados fijos reemplazarlos por DVH. (Kv= 3.50 a 2.88 W/m²K según opción adoptada).
- Por la complejidad no se prevé mejoras en pisos.

La implementación de las mejoras en muros, techos y vidriados permitirá reducir la demanda de energía en calefacción en un 66.9%. El edificio tendrá un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gcal (IRAM 11604) de 1.85 W/m³K y un Coeficiente de pérdidas unitarias 4.01 W/m² que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en calefacción de **27813.68 kWh/año** y 35.46 kWh/m²año, para una temperatura base de calefacción de 20°C.

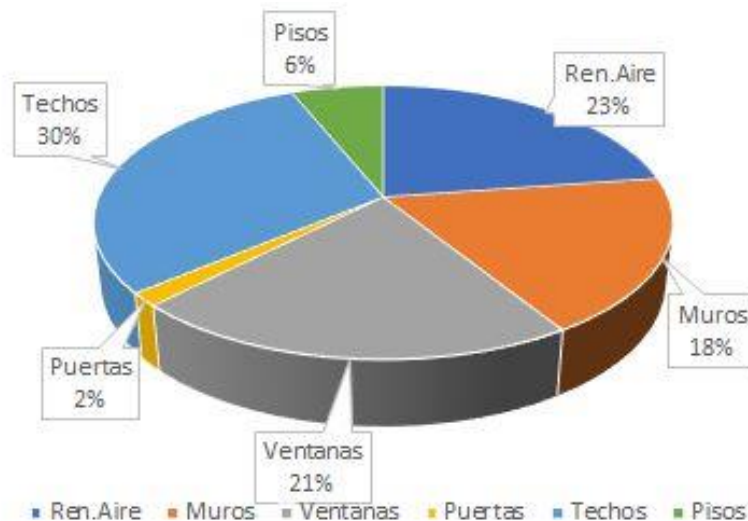


Figura 3: Pérdidas térmicas discriminadas situación mejorada

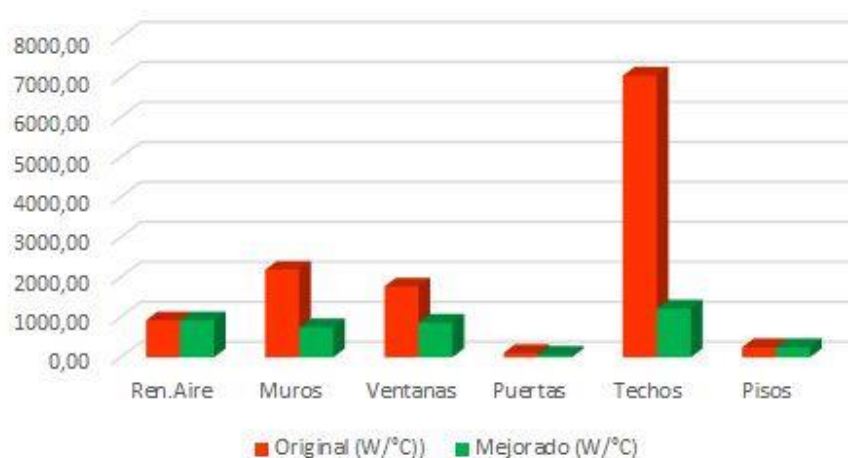


Figura 4: Comparación entre versión original y mejorada

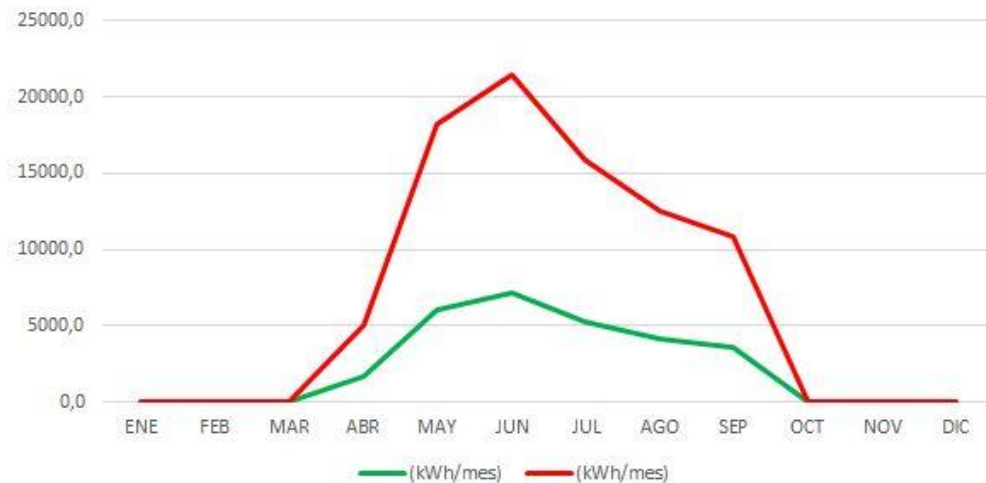


Figura 5: Comparación entre versión original y mejorada mensual

3. CONCLUSIÓN INVIERNO:

Cabe remarcar que es un diagnóstico simplificado en régimen estacionario que no contempla ocupación (personas, iluminación y equipos) ni el aporte solar, que reducirían la demanda de energía. Se supone una temperatura de termostato de 20°C en el interior. La iluminación existente es mayoritariamente LED. Las principales medidas de diseño eficiente que restan son las propuestas a fin de lograr reducir la demanda en un 66.9% de implementarse todas las recomendaciones de rehabilitación energética. Los valores son en energía secundaria y no contemplan la eficiencia energética de equipos climatización.

4. VERANO - VERSIÓN ORIGINAL:

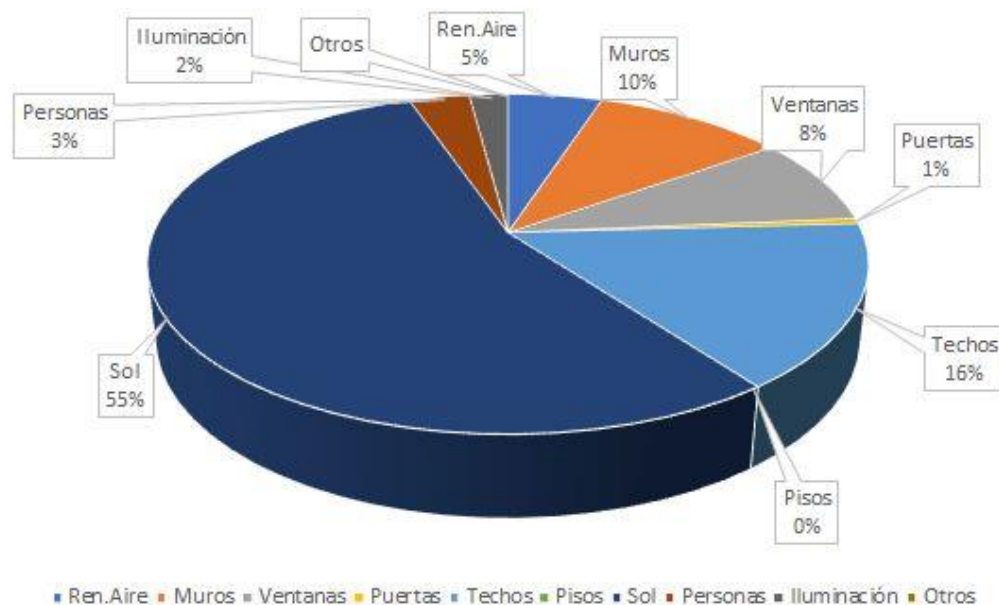


Figura 6: Aportes térmicos discriminados. Situación original de verano.

La figura 6 muestra la discriminación de aportes térmicos en el edificio. Se destacan el asoleamiento

con el 55%, los techos con el 16%, los muros con un 10%, y las ventanas y puertas vidriadas, con un 9%. En la condición de invierno se propuso mejoras en estos, pero es importante la protección solar. Este análisis simplificado no considera el aporte solar mediante temperatura sol aire o similar ni el efecto de la inercia térmica que quizá modificaría la distribución de aportes. No es posible modificar aporte de personas, iluminación o renovaciones de aire al ser un edificio público de carga variable.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de 279,73 W/m³ que resulta en una Demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **162035,10 kWh/año** y 206,06 kWh/m²año, para una temperatura base de refrigeración de 20°C. Desde ya con una temperatura de termostato de 23 a 25°C implicaría menor demanda de energía. Se usa el criterio internacional de indicador de comparación a 20°C.



Figura 7: Variación mensual de la demanda de energía en refrigeración.

5. VERANO - PROPUESTA MEJORADA:

Se mantienen las mejoras propuestas para el invierno solo agregando una protección solar en las aberturas que lo requieran. Se busca que los vidriados tengan un FES = 0.13, mediante el uso de DVH con FES= 0.5 combinado con persianas exteriores o toldos de lona de despliegue automático.

La figura 8 muestra la importante reducción del aporte solar relativo (31%), con las mejoras propuestas lo mismo que en muros (11%), techos (2%) y ventanas (17%). No se consideraron las mejoras en pisos y puertas lo mismo que en renovaciones de aire dado el tipo de función edilicia y costos de intervención.

Así la propuesta mejorada implica una reducción del **69,25%** en la demanda de energía eléctrica en refrigeración sin considerar la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.

En la figura 9 se comparan el edificio original con el que resulta de las propuestas de mejoras. Destacan las reducciones en muros, ventanas, techos y en asoleamiento.

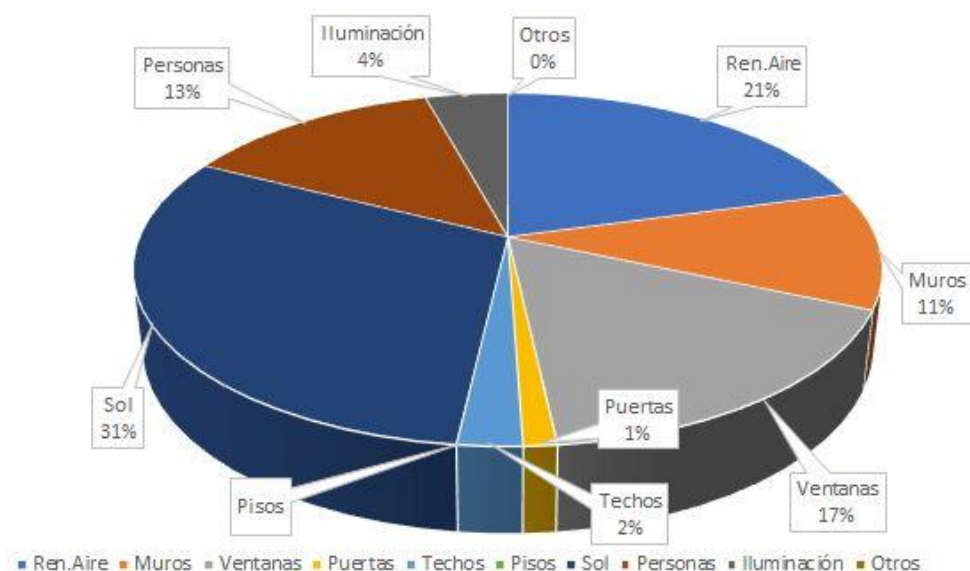


Figura 8: Aportes térmicos discriminados. Situación mejorada verano.

Del diagnóstico surge que el edificio tiene un Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas Gref (IRAM 11659) de $67,87 \text{ W/m}^3$ que resulta en una demanda anual energía eléctrica en refrigeración de **116928,11 kWh/año** y $149,1 \text{ kWh/m}^2\text{año}$, para una temperatura base de refrigeración de 20°C .

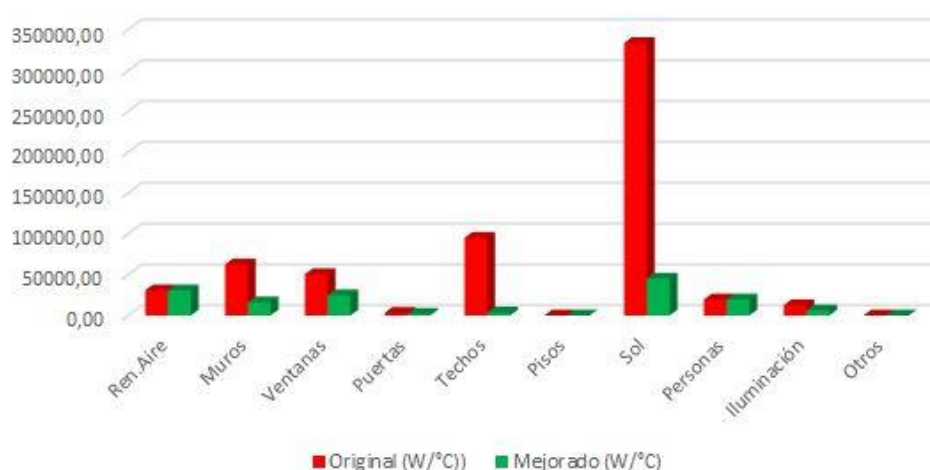


Figura 9: Comparación de edificio original y mejorado. Situación verano.

La figura 9 compara las demandas de energía entre el edificio original y el mejorado. Las reducciones más importantes se dan en asoleamiento, techos y muros. seguido de ventanas por conducción e iluminación.

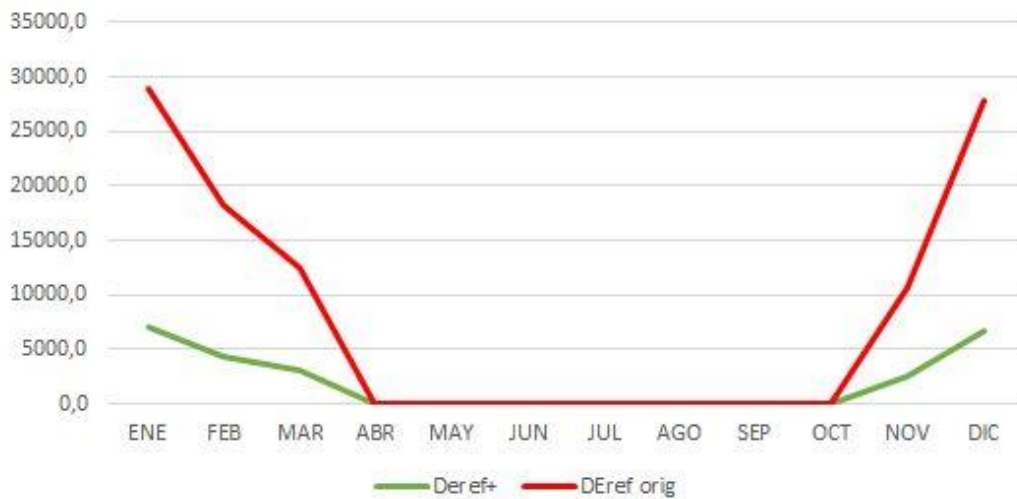


Figura 10: Comparación de la demanda de energía en refrigeración mensual del edificio original y mejorado. Situación verano.

6. CONCLUSIÓN:

La figura 11 a modo de conclusión muestra que la reducción total anual de energía en climatización con las medidas de mejora propuestas podría ser del 71,67% para mantener el edificio en una temperatura constante de 20°C a lo largo de 8hs de lunes a viernes todo el año. Reduciendo de los 232,47 kWh/m²año a 65,87 kWh/m²año.

Por las condiciones de implantación de este bloque edilicio es posible implementar un sistema de refrescamiento nocturno mediante la combinación de conductos de aire enterrados en la zona deportiva y chimeneas solares practicadas a la cubierta. Permitiría extraer la carga térmica diurna y aprovechar la inercia térmica generada por el EIFS/SATE combinado con el “techo invertido”. El dimensionamiento permitirá determinar si alcanza un sistema pasivo o debe ser parcialmente forzado. La demanda de energía en iluminación, motores y/o bombas puede ser satisfecha con un generador solar FV que además arrojará sombras en el techo.

Mes	0 DMEcal (Wh/mes)	DAEcal+ (kWh/mes)	DEcal orig (kWh/mes)	DMEref (Wh/mes)	Deref+ (kWh/mes)	Deref orig (kWh/mes)
ENE	0,0	0,0	0,0	7028339,4	7028,3	28969,8
FEB	0,0	0,0	0,0	4434547,5	4434,5	18278,6
MAR	0,0	0,0	0,0	3012145,5	3012,1	12415,6
ABR	1658479,7	1658,5	5011,0	0,0	0,0	0,0
MAY	6048572,9	6048,6	18275,3	0,0	0,0	0,0
JUN	7121706,8	7121,7	21517,7	0,0	0,0	0,0
JUL	5242096,5	5242,1	15838,6	0,0	0,0	0,0
AGO	4133191,5	4133,2	12488,1	0,0	0,0	0,0
SEP	3609632,2	3609,6	10906,3	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0	2593791,9	2593,8	10691,2
DIC	0,0	0,0	0,0	6777327,3	6777,3	27935,2
ANUAL	27813679,6	27813,7	84037,1	23846151,6	23846,2	98290,5
Reducción demanda EE		66,90 %			75,74 %	

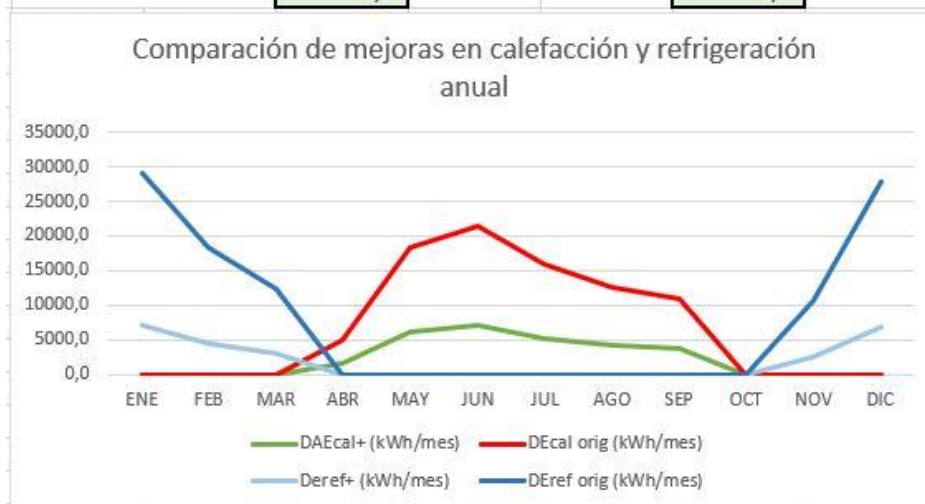


Figura 11: Comparación anual.

Nota: las superficies y volumen usados en el diagnóstico corresponden a lo determinado por la Norma IRAM 11604/01 apartado 3.

Dr. JORGE DANIEL OZAJKOWSKI
Director LAYHS - FAU - UNLP